

Hydraulics

3rd Year civil

First Term (2009 - 2010)

Chapter (   )

2009 - 2010

Pumps المضخات

بسم الله الرحمن الرحيم

Pumps

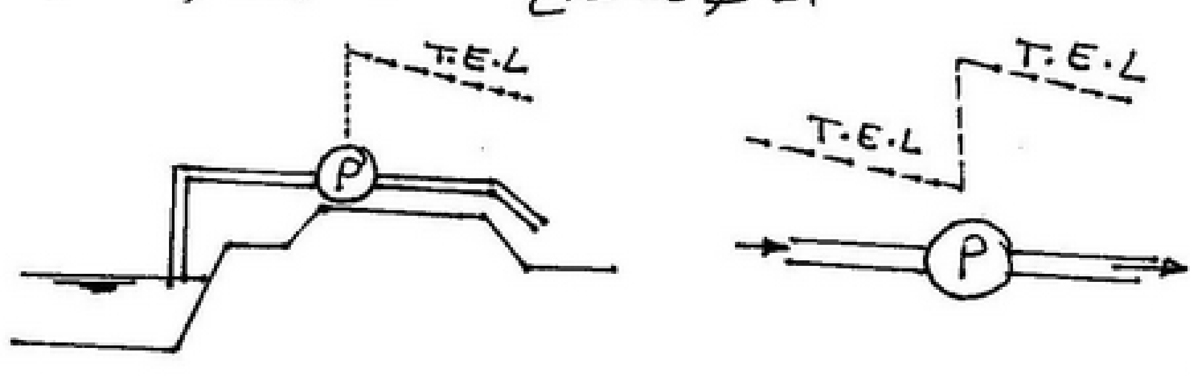
المضخات

تعريف المضخه :-

هى معده تستخدم لتحويل الطاقة الميكانيكيه إلى طاقه هيدروليكيه .

وتظهر هذه الطاقه فى صوره

١- طاقه وضع ، ٢- طاقة ضغط



أنواع المضخات :-

عامة تنقسم المضخات إلى عده انواع وهى

(A) Positive desplacement pump

المضخه الترديديه

one way valve

محبس اتجاه واحد

(B) Roto dynamic pumps:

المضخات الروحيه

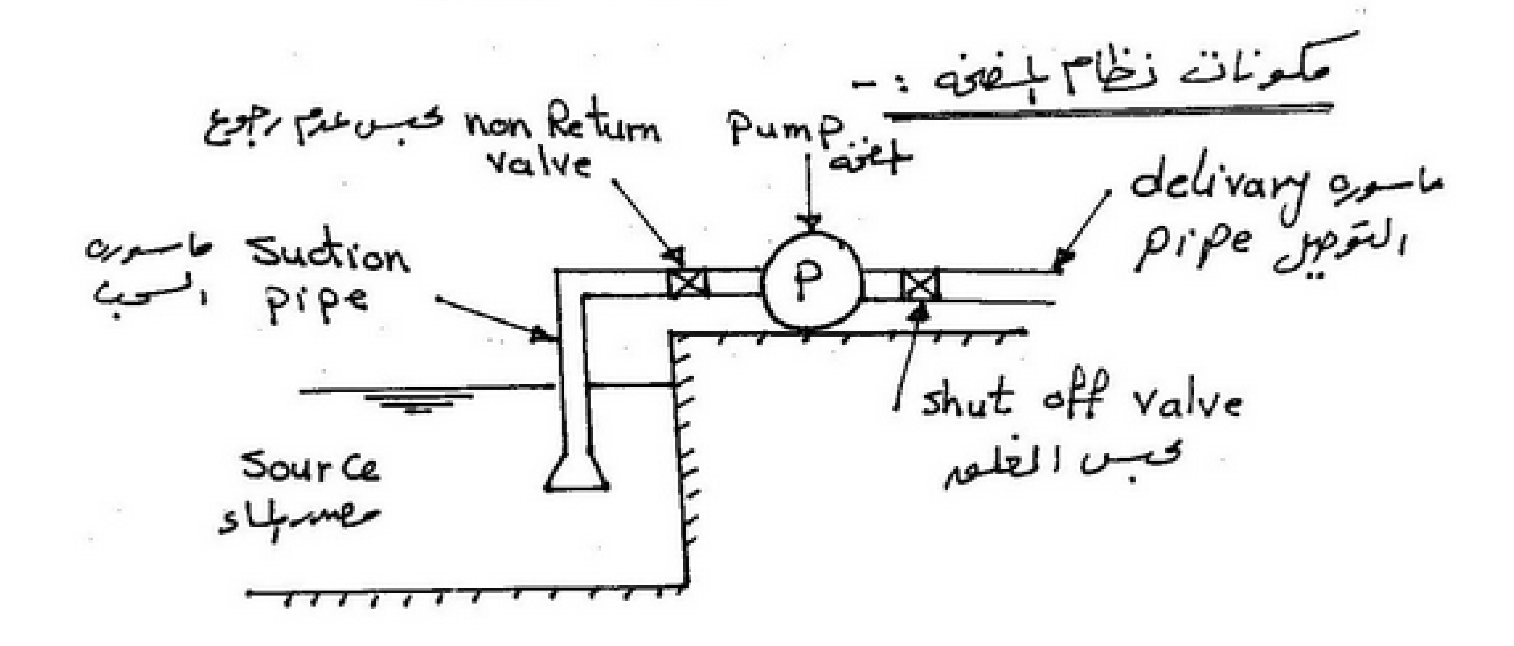
وعليه تقسيمها حسب اتجاه السريان فيها إلى :.

(1) axial flow pump.
(2) Radial flow pump. (Centerifugal)
(3) Mixed flow pump.

(C) Submerged pump

وهى مضخات تستخدم تحت سطح الماء لرفع الماء .

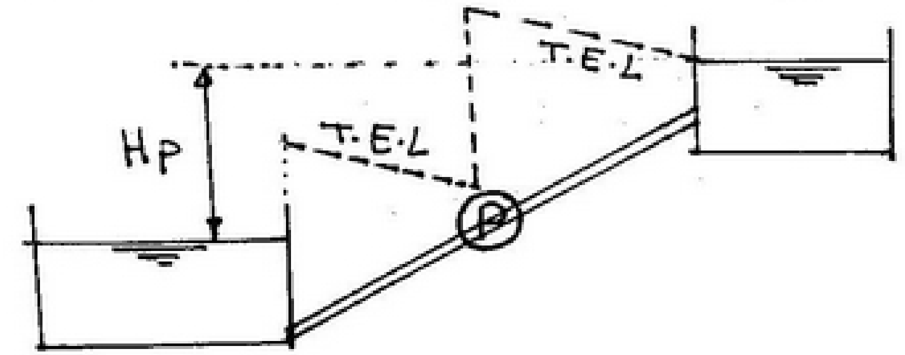
مكونات نظام المضخة :-



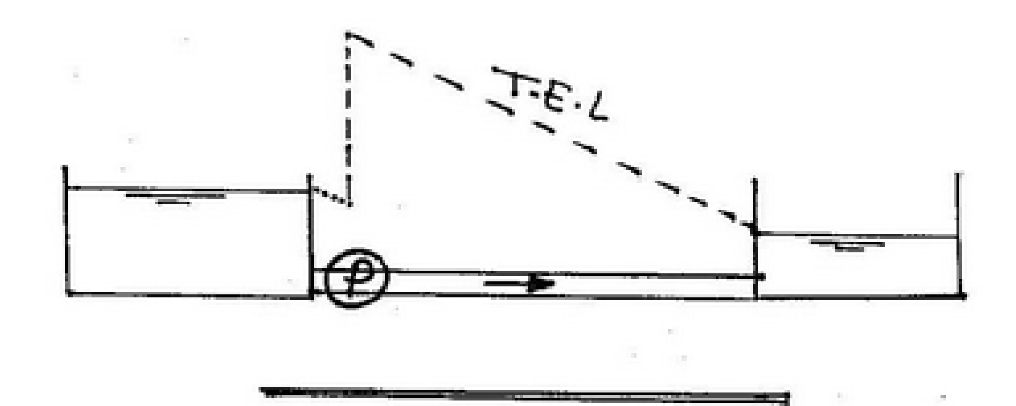
استخدامات المضخات :

تستخدم المضخات بصفة عامة لأداء احدى وظيفتين

١- الرفع : (رفع السريان من منسوب لمنسوب أعلى) ويتم ذلك عن طريق زيادة طاقة الضغط



٢- زيادة التصرف :



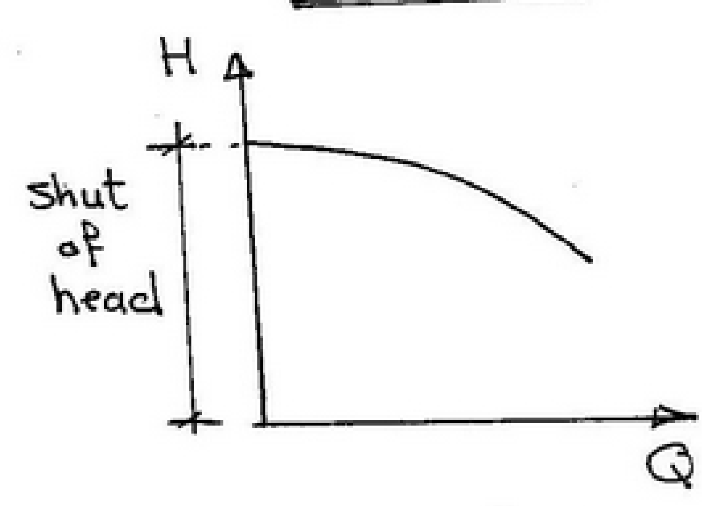
Performance Curves: منحنيات آداء المضخه :

لكل مضخه يتم تصنيعها يتم إخراج منحنيات الأداء لها و تتمثل هذه المنحنيات في .

منحنى الأداء :

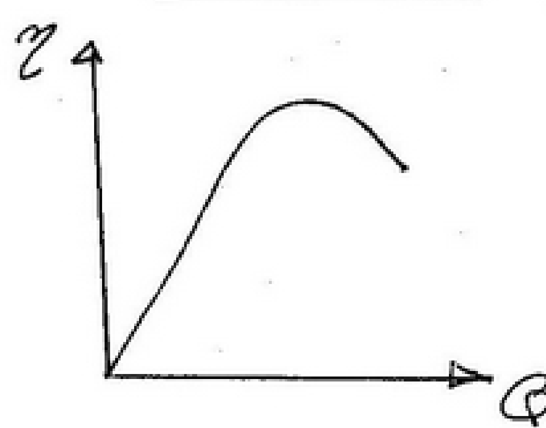
shut of head:

هو الضغط الموجود على محبس مغلق خلف مضخه مفتوحة

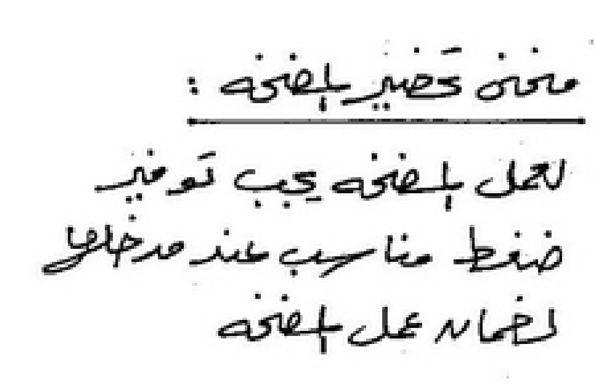


منحنى الكفاءة :

وهو منحنى يوضح العلاقه بين التصرف الخارج من المضخه وكفاءة تشغيلها .

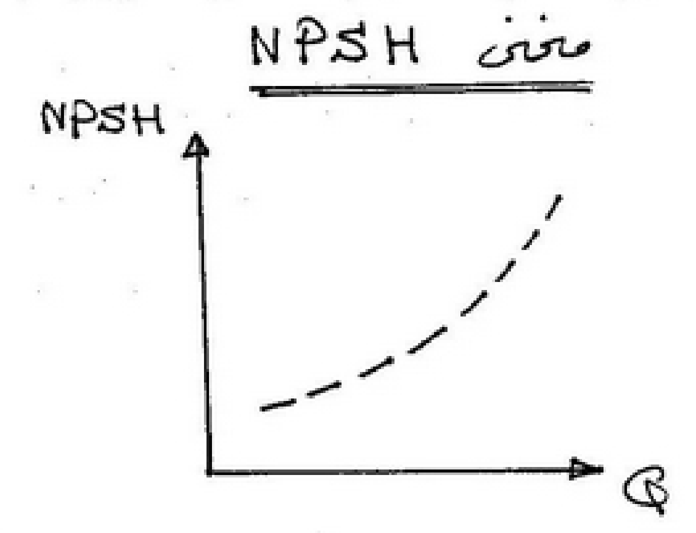


منحنى NPSH



منحنى تحضير الطلمبة :

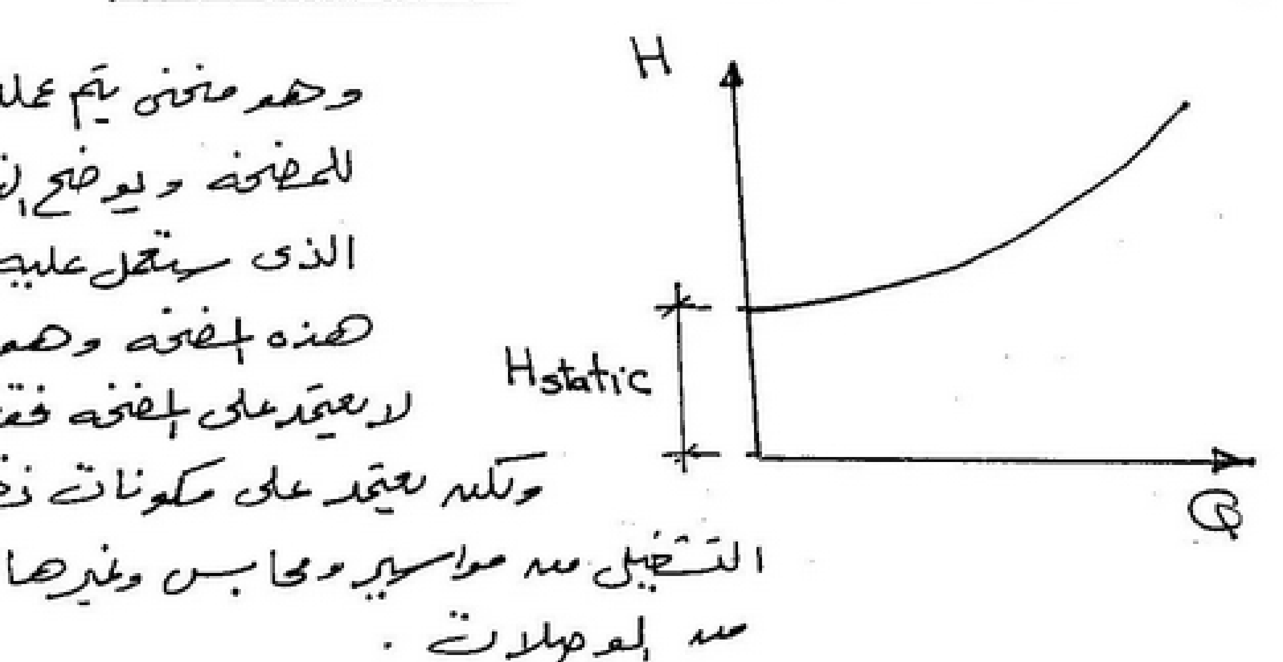
لعمل الطلمبة يجب توفير
ضغط مناسب عند مدخلها
لضمان عمل الطلمبة



N.P.S.H Net positive Suction Head

يمكن تعريفه على انه الضغط اللازم توفره عند
مدخل الطلمبة لضمان عمل الطلمبة .

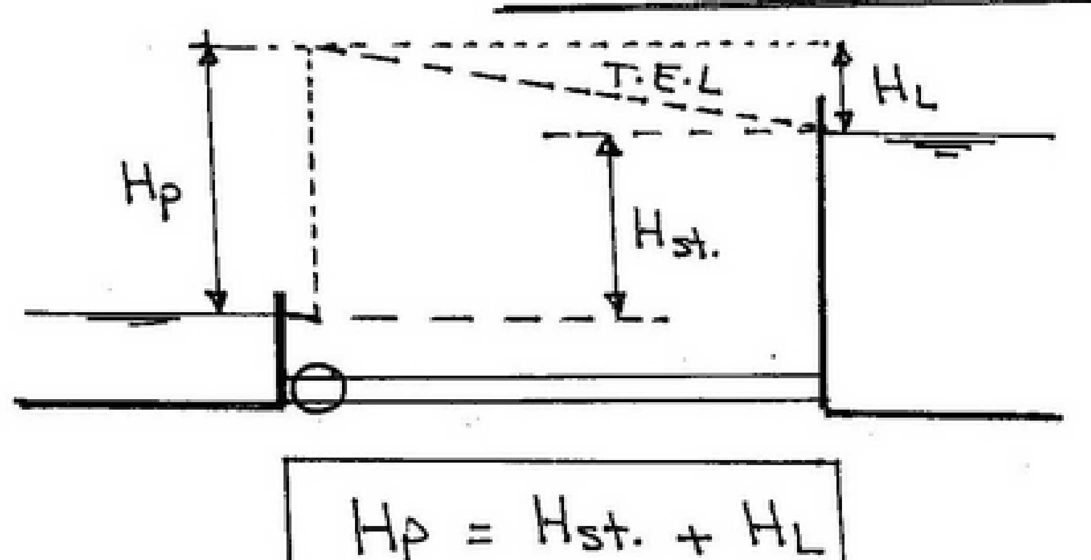
منحنى تشغيل الطلمبة : System Curve



وهو منحنى يتم عمله
للطلمبة ويوضح النظام
الذى سيتم عليه
هذه الطلمبة وهو
لا يعتمد على الطلمبة فقط
ولكن يعتمد على مكونات نظام
التشغيل من مواسير ومحابس وغيرها
من الوصلات .

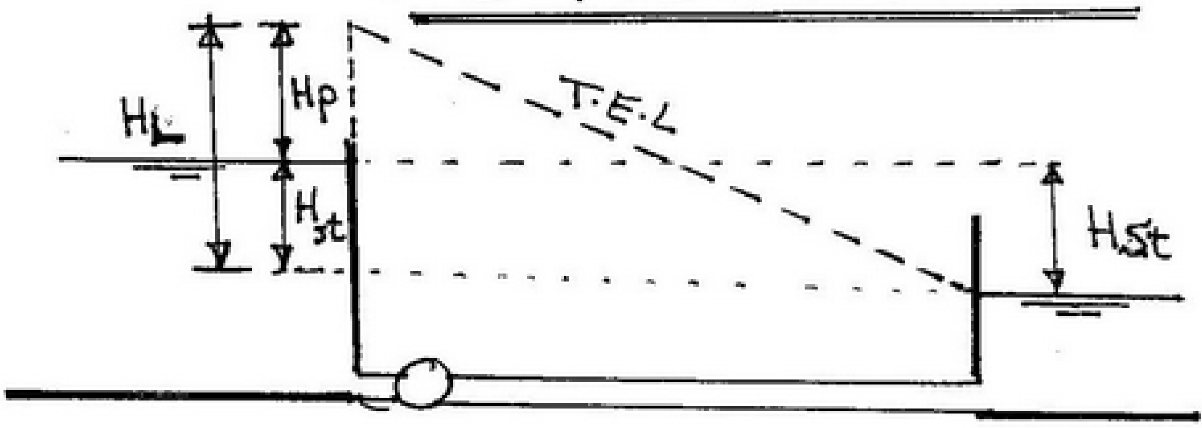
ويتم الحصول عليه حسب طريقه استخدام الطلمبه كالآتي

1) استخدام الطلمبه في الرفع :



$$H_p = H_{st.} + H_L$$

2) استخدام الطلمبه في زياده التصرف :



$$H_p = H_L - H_{st}$$

H_p : الضغط التشغيلي الناتج عن الطلمبه .

H_s : المسافه بين سطحي الماء بين النقطتين .

H_L : الفواقد داخل مواسير التوصيل

ملحوظة: يمكن كتابة معادلة منحنى تشغيل المضخة كالآتي

$$H_p = H_{st.} + H_L$$

$$H_p = H_{st.} + \left[\frac{8fL}{g\pi^2 . D^5} + K_m\right] Q^2$$

تنقسم الفواقد إلى نوعين :

1 فواقد رئيسية وتحسب من العلاقة وهى الفواقد الناتجة من الاحتكاك داخل خط المواسير .

$$\frac{8f.L.Q^2}{g.\pi^2.D^5}$$

2 فواقد ثانوية و يعبر عنها (K_m) وهى الفواقد الموجوده بسبب الوصلات والمحابس على خط المواسير

f : معامل الاحتكاك داخل المواسير

L : طول خط المواسير .

Q : التصرف المار داخل الخط .

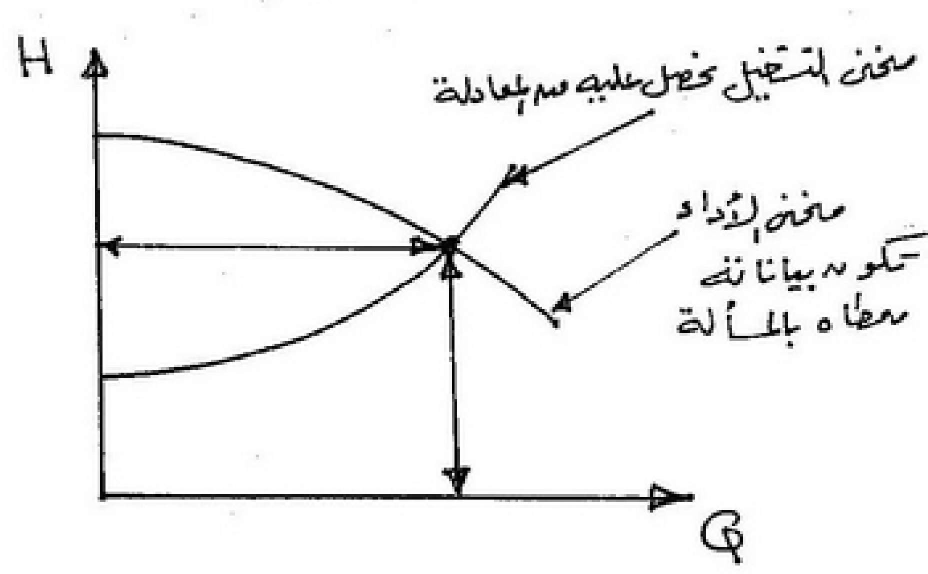
D : قطر الماسورة

ملحوظة

إذا لم تعطى فيه الفواقد الثانويه بالمسألة (Km) تهمل من المعادلة .

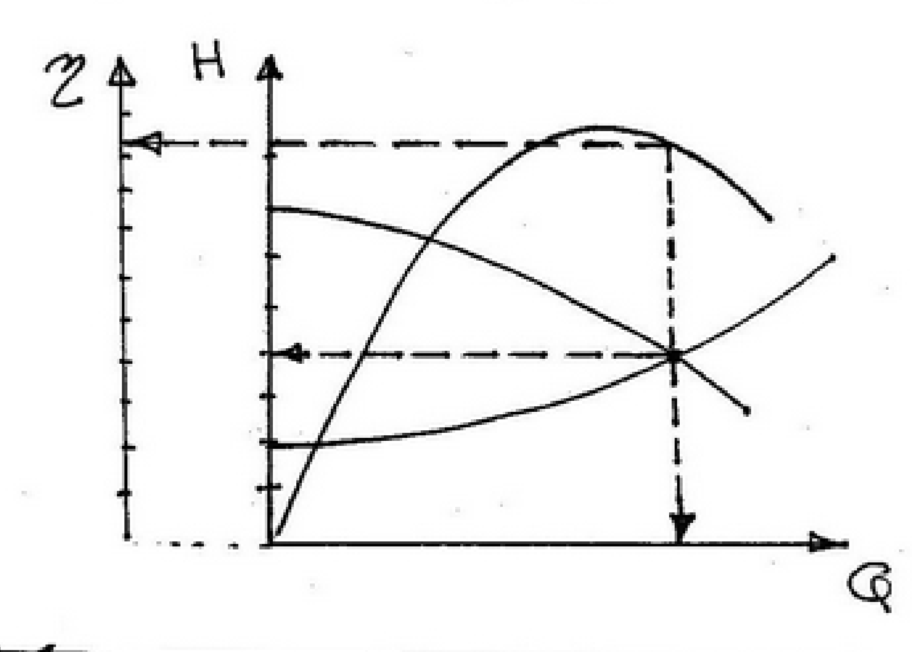
نقطة تشغيل المضخه : operating point

للحصول على افضل ظروف تشغيل للمضخه يتم ايجاد نقطة التشغيل لها وذلك عن طريق رسم منحنى أداء المضخه ومنحنى تشغيل المضخه وهى نقطة التقاطع بينهما



من نقطة التشغيل نحصل على (Q) التصرف الذى تستطيع المضخه امراره بالماسوره ، كذلك (H) مسافه الرفع التى تستطيع المضخه رفع التصرف إليه .

وعليه تم رسم منحنى الكفاءه على نفس الرسم للحصول على كفاءه تشغيل المضخه عند هذه النقطه



وعليه حساب قدره المضخه بالحصان من العلاقه

$$H.p = \frac{\gamma . Q . H}{75 \times \eta}$$

γ : الوزن النوعي للسائل

Q :- التصرف

H : الارتفاع بالمتر.

η : الكفاءه.

Performance characteristics :

specific speed :

هى السرعة النوعية للطلمبة عند نقطة أعلى كفاءة
وهى تستخدم لإختيار نوع الطلمبة المناسبة و يتم
حسابها كالآتى

$$N_s = \frac{N\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

N : عدد لفات الطلمبة .
Q : التصرف .
H : الارتفاع .

Affinity Lows :

هناك علاقة تربط بين المتغيرات المختلفة والمتعلقة بالطلمبة
وتلك المتغيرات هى

N : عدد لفات الطلمبة .
Q : التصرف الذى عليه للطلمبة التعامل معه .
D : قطر ريش الطلمبة .
P : قدرة الطلمبة . (Power)

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{N_2}{N_1} \times \frac{D_2}{D_1}$$

$$\frac{H_2}{H_1} = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \times \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3 \times \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^3$$

تستخدم هذه العلاقات السابقة في

١- عمل نماذج الطلمبات

٢- الحصول على الخصائص المختلفة لنفس الطلمبة مع تغيير أحد المعاملات بها.

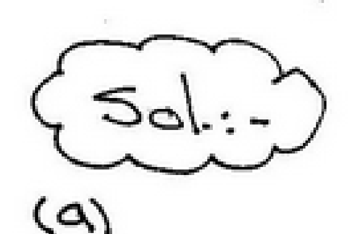
Example

a pump tested at 1800 (rpm), gives the following results, Capacity = 4000 (gpm), head = 157 ft., power = 190 (H.P)

it is required to

(a) obtain the performance of the pump at 1600 (rpm)

(b) if at the initial speed the impller diameter is reduced from 15 inch to 14 inch, find pump characteristics.



(a)

$N_1 = 1800$ rpm	$N_2 = 1600$ rpm
$Q_1 = 4000$ gpm	$Q_2 = ?$
$H_1 = 157$ ft.	$H_2 = ?$
$P_1 = 190$ H.P	$P_2 = ?$
$D_1 =$	$D_2 =$

$$* \quad \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{N_2}{N_1} \times \frac{D_2}{D_1}$$

$$\therefore \frac{Q_2}{4000} = \frac{1600}{1800} \times \frac{D_2}{D_1}$$

1

$$\therefore Q_2 = 3556 \text{ gpm} \quad \#$$

$$* \quad \frac{H_2}{H_1} = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \times \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2$$

1

$$\frac{H_2}{157} = \left(\frac{1600}{1800}\right)^2$$

$$H_2 = 124 \text{ rpm} \quad \#$$

$$* \quad \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3 \times \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^3$$

1

$$\frac{P_2}{190} = \left(\frac{1600}{1800}\right)^3$$

$$P_2 = 133 \text{ H.P} \quad \#$$

(b)

$N_1 = 1800$ rpm $\quad N_2 = 1600$ rpm

$Q_1 = 4000$ gpm $\quad Q_2 = ?$

$H_1 = 157$ ft $\quad H_2 = ?$

$P_1 = 190$ H.P $\quad P_2 = ?$

$D_1 = 15$ inch $\quad D_2 = 14$ inch

$$* \because \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{N_2}{N_1} \times \frac{D_2}{D_1}$$

$$\frac{Q_2}{4000} = \frac{1600}{1800} \times \frac{14}{15} \Rightarrow Q_2 = 3311 \text{ gpm}$$

#

$$* \because \frac{H_2}{H_1} = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \times \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2$$

$$\frac{H_2}{157} = \left(\frac{1600}{1800}\right)^2 \times \left(\frac{14}{15}\right)^2 \Rightarrow H_2 = 108 \text{ ft}$$

#

$$* \because \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3 \times \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^3$$

$$\frac{P_2}{190} = \left(\frac{1600}{1800}\right)^3 \times \left(\frac{14}{15}\right)^3 \Rightarrow P_2 = 108$$

#

Example

a pump station is constructed to deliver the discharge to a new city, which is at 1.5 km from the pump station, a pipe line with a diameter 1.5 m is used and friction Coeff, f = 0.015, the max head for deliver 45 m and the sum of minor losses (15), the design discharge is 1200 lit/sec., three different pumps are available, with the following characteristics, which pump would recommend

Pump	Q lit/sec.	0	200	400	600	800	1000	1200	1400
Pump (1)	H (m)	152	150	145	138	126	110	90	70
	η %	0	40	65	73	82	86	82	75
Pump (2)	H (m)	73	72	65	53	40			
	η %	0	60	80	81	60			
Pump (3)	H (m)	75	74	70	65	63	55	45	
	η %	0	42	65	76	82	85	77	

Sol.

$L = 5.0\ km$, $D = 1.50\ m$

$f = 0.015$, $H_{st.} = 45$

$K_m = 15$, $Q = 1200\ lit/s$

ملحوظة: علما استبعاد الصفحة رقم (2) حيث انها لا تحقق
التعرف المطلوب

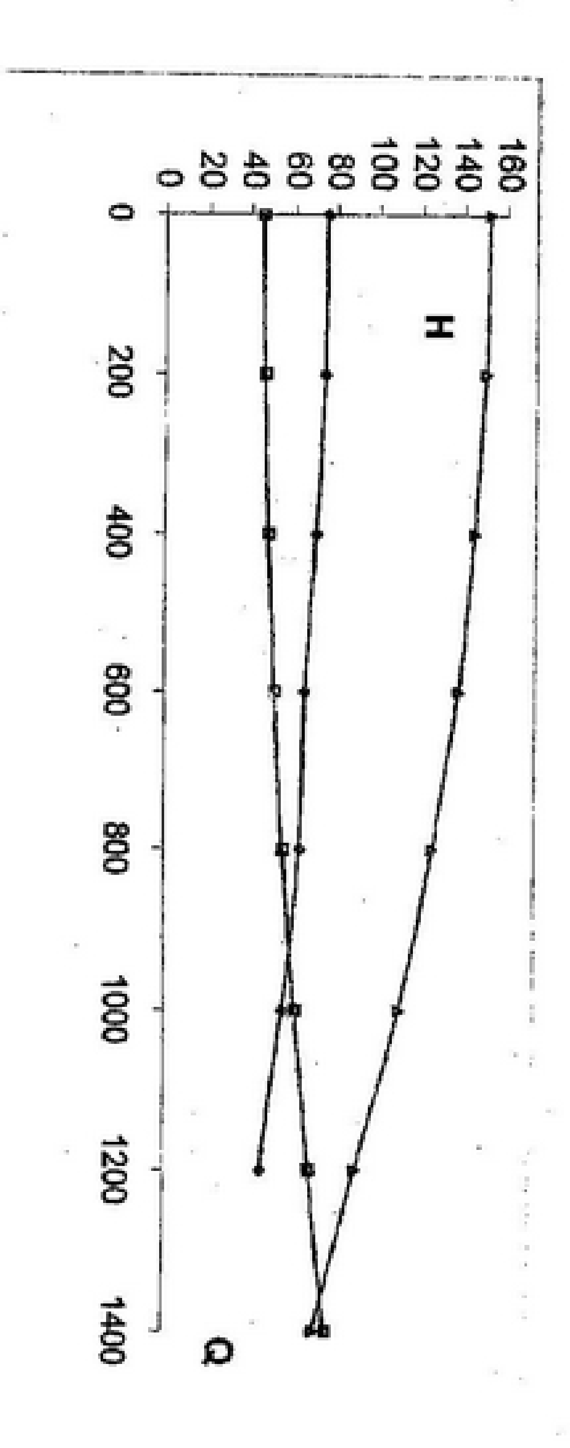
$$\because H_p = H_{st.} + \left[K_m + \frac{8 f \cdot L}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5}\right] Q^2$$

$$= 45 + \left[15 + \frac{8 \times 0.015 \times 5000}{\pi^2 \times 9.81 \times (1.5)^5}\right] \times Q^2$$

$$H_p = 45 + 15.82\, Q^2$$

Q	0	200	400	600	800	1000	1200	1400	
Hp	45	45.63	47.53	50.69	55.12	60.82	67.78	76	

ملحوظة: قبل التعويض بالـ Q في المعادلة يتم قسمتها
على (1000) للتحويل من لتر إلى متر مكعب


160
140
120
100
80
60
40
20
0
H
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
Q

* تم اختيار المضخة رقم (1) حيث انها أعطت الأمثل التصرف المطلوب

ملحوظة

في حالة إذا حققت الأمثل مضخة التصرف المطلوب يتم رسم منحنى الكفاءة واختيار المضخة التي تحقق التصرف وفي نفس الوقت تكون قدرتها أقل وهذا لتقليل استهلاك الطاقة من المضخة.